

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah domestik yang dihasilkan oleh aktivitas manusia semakin meningkat seiring dengan peningkatan populasi manusia. Volume limbah domestik meningkat 5 juta m³ per tahun, dengan peningkatan kandungan polutan rata-rata 50% (Haryoto 1999). Bahan organik maupun anorganik yang terkandung dalam limbah domestik dapat menyebabkan berbagai penyakit dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Keseimbangan ekosistem perlu dijaga agar terhindar dari kerusakan lingkungan, yaitu dengan cara pengolahan limbah terlebih dahulu, baik pengolahan secara fisika, kimia dan biologi, agar terhindar dari kerusakan lingkungan hidup. Air limbah domestik yang merupakan buangan sisa ternyata dapat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, sehingga tak ada apapun yang sia-sia di dunia ini, sebagaimana firman Allah SWT di dalam Al-Qur'an Surat Ali Imran ayat 190-191 sebagai berikut:

اِنَّ فِيْ خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ وَاٰخِلَتِ الْيَلِّ وَالنَّهَارِ لَآيٰتٍ لِّاُولٰٓئِى الْاَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾
 الَّذِيْنَ يَذْكُرُوْنَ اِلٰهَ قِيَمًا وَقُعُوْدًا وَّعَلٰى جُنُوْبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُوْنَ فِيْ خَلْقِ السَّمٰوٰتِ
 وَالْاَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هٰذَا بَطِلًا سُبْحٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. Yaitu orang-orang yang mengingat Allah SWT sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan

berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Robb kami, tiadalah Engkau ciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.” (QS.3:190-191)

Kandungan limbah domestik paling dominan adalah bahan organik yang berupa kotoran manusia dan hewan. Limbah domestik dapat mengandung organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit dan nutrisi terutama unsur N dan P yang dapat menyebabkan eutrofikasi (Harmayani, 2007). Limbah domestik juga dimungkinkan adanya unsur berbahaya yang dapat mengakibatkan keracunan seperti As, Cr dan Se (Bitton 2005). Oleh karena itu, pengolahan limbah sangat diperlukan agar tidak mencemari lingkungan.

Tumbuhan air sangat tahan terhadap kadar unsur hara yang sangat rendah dalam air tetapi responnya terhadap kadar hara yang tinggi juga sangat besar. Tumbuhan air menyerap senyawa organik maupun anorganik terlarut ke dalam strukturnya sehingga pada umumnya limbah yang polutannya sudah dibersihkan oleh tumbuhan tersebut, dapat dialirkan ke lingkungan dengan aman. Kemampuan tumbuhan air mengurai bahan pencemar tergantung pada ketersediaan sumberdaya, keadaan lingkungan dan adaptasinya terhadap lingkungan (Syafarani, 2007).

Pistia stratiotes merupakan jenis gulma air yang sangat cepat tumbuh dan mempunyai daya adaptasi terhadap lingkungan baru yang sangat besar sehingga merupakan gangguan kronis dan sulit dikendalikan. Pada umumnya tumbuhan akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air dan dari tanah melalui akar-akarnya. Semua tumbuhan mempunyai kemampuan menyerap yang memungkinkan pergerakan ion menembus membran sel, mulai dari unsur yang

berlimpah sampai dengan unsur yang sangat kecil dibutuhkan tanaman dan ternyata dapat diakumulasikan oleh tumbuhan.

Tumbuhan air sangat tahan terhadap kadar unsur hara yang sangat rendah dalam air tetapi responnya terhadap kadar hara yang tinggi juga sangat besar. *Pistia stratiotes* mempunyai keunggulan seperti daya berkecambah yang tinggi, pertumbuhan cepat, tingkat absorpsi atau penyerapan unsur hara dan air yang besar, mudah ditemukan, dan daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim (Fachrurrozi, 2010). Oleh sebab itu *P. stratiotes* dimanfaatkan untuk melakukan penjernihan air.

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sangat dipengaruhi faktor lingkungan. Fisiologi *P. stratiotes* sebagai fitoremediasi air limbah domestik perlu dikaji untuk melihat adaptasi selama pertumbuhannya. Pertumbuhan tumbuhan air dipengaruhi oleh sifat fisika dan kimia air yang berpengaruh terhadap struktur dan fungsi tumbuhan tersebut. Selain itu, beragam senyawa organik, ion dan molekul kecil yang terlarut di dalam air penting bagi tumbuhan agar mampu bertahan hidup (Fitter & Hay 2002).

Limbah dapat mempengaruhi pertumbuhan *P. stratiotes*. Menurut penelitian fitoremediasi limbah detergen dengan kiapung yang telah dilakukan Hermawaty (2005), limbah detergen dapat menurunkan kandungan klorofil pada *P. stratiotes*. Tumbuhan dalam kondisi air yang terbatas proses fotosintesisnya akan terhambat. Terhambatnya proses fotosintesis akan berdampak pada penurunan jumlah asimilat yang dibentuk oleh tumbuhan sehingga berpengaruh juga pada berat basah tumbuhan. Oleh karena itu perlu pengkajian

lebih lanjut mengenai adaptasi fisiologis *P. stratiotes*, khususnya pada pertumbuhan dan kandungan klorofilnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pertumbuhan dan kandungan klorofil daun *P.stratiotes* selama hidup pada air limbah domestik di kolam anaerob, fakultatif dan maturasi
2. Bagaimanakah korelasi antara pertumbuhan dan kandungan klorofil daun *P.stratiotes* dengan kandungan N dan P air limbah domestik di kolam anaerob, fakultatif dan maturasi

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan kandungan klorofil di dalam daun *P. stratiotes* selama hidup pada air limbah domestik. Selain itu, mengkaji adaptasi *P. stratiotes* pada lingkungan dengan kadar N dan P dalam kadar tertentu di dalam air limbah domestik

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi dan data ilmiah tentang pengaruh limbah domestik terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil *P. stratiotes* selama hidup pada air limbah domestik sehingga dapat diketahui perubahan fisiologinya.

1.5 Kerangka Pemikiran

Limbah domestik adalah semua bahan limbah yang berasal dari kamar mandi, kakus, dapur, tempat cuci pakaian dan cuci peralatan rumah tangga (Nurmayanti 2002 ; Lutfi 2006). Limbah rumah tangga sebagian besar terdiri dari zat organik baik berupa padatan maupun cair, garam, lemak dan bakteri,

khususnya bakteri golongan *E. coli*, jasad patogen dan parasit (Nurmayanti, 2002).

Limbah domestik dibagi menjadi dua jenis yaitu *blackwater* dan *greywater*. *Blackwater* merupakan limbah toilet dan termasuk hasil limbah industri, sedangkan *greywater* merupakan limbah yang berasal dari kamar mandi, bak cuci dan dapur (Saftri, 2009). Air limbah pada musim panas dapat berkurang kandungan oksigen terlarut/*dissolved oxygen* (DO)-nya dan menjadi apek atau busuk serta berbau menyengat, biasanya berasal dari hidrogen sulfida (H_2S).

Parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas air meliputi sifat fisik, kimia, dan biologis. Parameter-parameter tersebut adalah :

1. Sifat fisik

Parameter fisik air yang sangat menentukan kualitas air adalah kekeruhan (turbiditas), suhu, warna, bau, rasa, jumlah padatan tersuspensi, padatan terlarut dan daya hantar listrik (DHL).

2. Sifat kimia

Sifat kimia yang dapat dijadikan indikator yang menentukan kualitas air adalah pH, konsentrasi dari zat-zat kalium, magnesium, mangan, besi, sulfida, sulfat, amoniak, nitrit, nitrat, posphat, oksigen terlarut, BOD, COD, minyak, lemak serta logam berat.

3. Sifat biologis

Organisme dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator pencemaran suatu lingkungan perairan, misalnya bakteri, ganggang, benthos, plankton, dan ikan tertentu.

Pengolahan air limbah yang ada di IPAL Bojongsoang terjadi secara biologi adalah suatu proses alami, yaitu memisahkan zat organik tertentu yang terkandung dalam air buangan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk melakukan perombakan zat organik tersebut dibantu oleh alga dan fotosintesis secara alami. Proses ini dapat terjadi secara anaerob dan aerob. Pada kolam anaerob proses yang terjadi adalah penguraian zat organik oleh mikroorganisme secara anaerob.

Berikut bagian-bagian kolam stabilisasi IPAL Bojongsoang:

1. Kolam Anaerobik

Kolam anaerobik berfungsi untuk menurunkan bahan-bahan organik dengan bantuan mikroorganisme anaerobik. Proses yang terjadi adalah penguraian oleh bakteri anaerob dan adanya proses pengendapan. Proses tersebut menurunkan kadar BOD, COD, serta penurunan kadar lumpur

2. Kolam Fakultatif

Proses pengolahan air limbah yang terjadi pada kolam fakultatif terdiri dari dua bagian, yaitu pada lapisan atas kolam terjadi proses secara aerobik sedangkan pada bagian dasar kolam proses secara anaerobik. Kolam fakultatif memiliki fungsi untuk menurunkan bahan-bahan organik secara aerob dan anaerob dengan bantuan bakteri anaerob dan mikroalga. Hasil dari proses tersebut adalah penurunan kadar COD/BOD serta peningkatan kadar Oksigen.

3. Kolam Maturasi

Kolam maturasi berfungsi sebagai penyempurnaan kualitas air yang telah diperoleh. Proses yang terjadi adalah oksidasi oleh bakteri aerob dan fotosintesis

mikroalga. Hasil dari proses tersebut adalah peningkatan kadar oksigen terlarut, penurunan kadar BOD/COD dan penurunan bakteri patogen.

Modifikasi tumbuhan berkaitan dengan kondisi tempat hidupnya. Hal tersebut merupakan bagian dari mekanisme adaptasi tumbuhan terhadap perubahan lingkungan. Adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan merupakan rekayasa secara khusus sifat-sifat karakteristik fisiologi dan anatomi untuk memberikan peluang keberhasilan menyesuaikan kehidupan di habitat tertentu. Oleh karena itu adaptasi fisiologi dan anatomi dapat dijadikan indikator terhadap perubahan lingkungan hidup tumbuhan.

Adaptasi adalah penyesuaian diri makhluk hidup terhadap lingkungan sekitar agar dapat bertahan hidup (survive). Menurut Dickison (2000), adaptasi adalah aspek yang mendorong keberhasilan tumbuhan dalam mendiami lingkungan tempat hidupnya dan berpengaruh terhadap modifikasi bentuk eksternal morfologi, perubahan sel dan jaringan secara histologi, atau spesialisasi fisiologi. Adaptasi biokimiawi melibatkan perubahan perubahan molekuler, kecepatan dan pola rangkaian reaksi atau pola metabolisme sel, jaringan dan organ. Adaptasi ini sangat dipengaruhi oleh waktu yang tersedia bagi organisme untuk dapat memberikan respon terhadap perubahan lingkungan tersebut. Respon jangka pendek dapat terlihat pada perubahan morfologi maupun fisiologi. Tetapi bila perubahan terjadi terus menerus sampai satu periode perkembangan tumbuhan atau lebih, maka akan terjadi perubahan aklimatisasi dan naturalisasi. Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian fungsi alat-alat tubuh organisme terhadap lingkungannya. Tumbuhan air mampu berkembang dan hidup di air melalui

adaptasi struktur dan fisiologinya. Faktor lingkungan akan mempengaruhi proses-proses fisiologi dalam tumbuhan.

Pistia stratiotes (ki apu/kayu apu) merupakan tumbuhan air yang biasanya ditemukan mengapung pada perairan tenang atau kolam. *P. stratiotes* dikenal juga dengan sebutan kayu apu atau apu-apu. *P. stratiotes* memiliki akar banyak dan ringan. Daun sering berongga (*spongy*) dekat dasar, saat dewasa lunak dan rapat dengan pembuluh yang jelas, lebih lebar sedikit dibanding panjangnya, apeks lebar, panjangnya hingga 15 cm. Bunga tidak begitu terlihat, tandan pada tiang gemuk kecil dekat aksial daun, dengan bunga betina tunggal dibawah dan di bagian atas dikelilingi bunga jantan. Buah muncul dari bunga betina dengan banyak biji berwarna merah hijau.

Kayu apu (*P. stratiotes* L.) sebagai tumbuhan air memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar air limbah yang memiliki kadar organik tinggi dan menjernihkan air limbah (Damayanti *dkk* 2004, Sebayang *dkk* 2010, Zimmels 2006). Penyerapan unsur hara oleh tumbuhan air dilakukan melalui beberapa cara, seperti melalui akar rambut. Kemampuan tumbuhan air mengurai bahan pencemar tergantung pada ketersediaan sumberdaya, keadaan lingkungan dan adaptasinya terhadap lingkungan. *P. stratiotes* dapat mengubah faktor-faktor fisikokimia air limbah seperti menurunkan BOD, COD dan zat padat terlarut, tersuspensi, alkalinitas dan kekeruhan, menurunkan kandungan N dan P (Damayanti *dkk*. 2004,), *greywater* (Safitri 2009), menyerap logam berat Cd (Suryati & Priyanto 2003), menyerap logam berat Pb dan Hg (Siswoyo, 2010).

Klorofil merupakan pigmen pemberi warna hijau daun pada tumbuhan, alga dan bakteri. Pigmen ini berperan penting untuk terjadinya fotosintesis dengan

menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Klorofil padatumbuhan terdiri dari 2 macam yaitu: klorofil a dan b. Faktor-faktor yang mempengaruhi biosintesis klorofil adalah faktor genetik, cahaya, oksigen, karbohidrat, Nitrogen (N); magnesium (Mg); besi (Fe), Mangan (Mn); tembaga (Cu); seng (Zn), air, dan temperatur. Tidak tersedianya unsur-unsur tersebut akan mengakibatkan klorosis (Hermawaty 2005, Ai 2011).

Rangkaian penelitian dilakukan pada air limbah domestik dari outlet kolam pengolahan anaerobik, fakultatif dan maturasi di IPAL Bojongsoang. Penelitian ini mengkaji adaptasi fisiologi *P. stratiotes* selama hidup pada air limbah domestik di outlet kolam anaerobik, fakultatif dan maturasi IPAL Bojongsoang. Kajian fisiologi meliputi pertumbuhan (panjang akar, daun dan stolon), bobot basah, *Relative Growth Rate* (RGR), *Dobling Time* (DT), kandungan klorofil.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan kerangka pemikiran diatas, diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Pertumbuhan dan kandungan klorofil daun *P. stratiotes* dipengaruhi oleh kualitas air limbah domestik di kolam anaerob, fakultatif dan maturasi.
2. Ada korelasi nyata antara pertumbuhan dan kandungan klorofil daun *P. stratiotes* dengan kandungan N dan P air limbah domestik di kolam anaerob, fakultatif dan maturasi.